PART3 先カンブリア時代の地球環境

目標　先カンブリア時代の海洋環境と生物の進化について，それぞれ説明できる

Chapter1　先カンブリア時代の地球環境

1　地球の層構造や大気・海洋の形成

第８講では，微惑星が集まって原始惑星となり，それらの巨大衝突によって地球型惑星が形成されたことを学びました。

→　地球の層構造や大気・海洋はどのようにして形成されたのでしょうか？

・**原始大気**

微惑星に含まれていた H_2O や CO_2 が主成分となった。

・**マグマオーシャン**

巨大衝突や微惑星の衝突のエネルギー，さらに原始大気の温室効果によって地表面の温度は1000℃を超え，原始地球を構成する物質の大部分がとけた。この原始地球表面の状態をマグマオーシャンという。このとき，原始惑星を構成していた物質は

密度の（大きな / 小さな）金属……中心部→核

密度の（大きな / 小さな）岩石……表層→マントル・地殻

に分離した〔→**地球の層構造**の形成〕。

・**原始海洋の形成と原始大気の変化**

微惑星の衝突が減って地表付近の温度が下がると，大気中の H_2O が雨として地表に降り注いだ。これによって，マグマオーシャンの表面は冷えて固まり地殻となった。H_2O は原始海洋を形成することで大気中から減少した。また，原始大気のうち比較的水に溶けやすい（N_2 / CO_2）は原始海洋に溶けたり，岩石と化学反応を起こしたりして，大気中から減少していった。

講師からのMessage

「微惑星から原始惑星ができるのなら，地球ができたときには微惑星はないのでは？」と疑問をもった人もいるかもしれません。

実際には，地球形成後も，原始惑星にならなかった微惑星が太陽系には多数残されていたと考えられています。そのため，地球が誕生してから数億年間は，微惑星の衝突がしばしば起こっていたとされているのです！

知っておこう

海の証拠

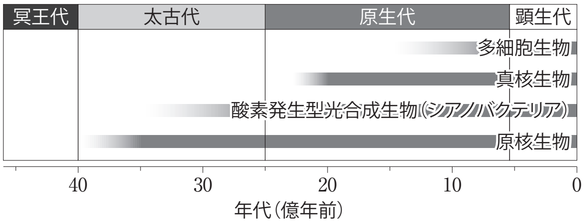
約38億年前に形成された枕状溶岩が発見されています。枕状溶岩は水中で形成されるので，遅くともこの頃には海があったと考えられています。

2　生物の誕生と大気の進化

第８講で学んだように，地球を特徴づけるものの１つは大気

中の O_2 です。しかし，原始大気の主成分は H_2O や CO_2 でした。
→　現在の大気の主成分に O_2 が含まれるのはなぜでしょうか？

・**生命の誕生と進化**



・**酸素発生型光合成のはじまり**

25億年前前後には，いずれも縞状の構造をもつ
　縞状鉄鉱層…………酸化鉄の層と SiO_2 を多く含む層からなる
　　　←酸化鉄の形成に（O_2 / H_2）が必要
　ストロマトライト…石灰質の層と細粒の砕屑物の層からなる
　　　←シアノバクテリアが形成することが知られている
が形成された。そのため，この頃までには酸素発生型の光合成が始まり，大気中の O_2 がある程度増えていたと考えられている。

・**エディアカラ生物群**

約6億年前の地層から見つかる，多細胞生物の化石生物群。かたい殻をもたず平べったいが，最大で1mを超えるものもある。クラゲやカイメンなどを除き，現在の生物との関係は不明なものが多い。

「原核生物」などの生物の分類や，光合成については第12講「地学基礎のための生物」で扱っています！

知っておこう

縞状鉄鉱層の利用

現在利用されている鉄資源の大部分は，縞状鉄鉱層のものです。オーストラリアは世界最大の鉄鉱石輸出国ですが，これも西オーストラリアに広く分布する縞状鉄鉱層がもとになっているんですよ！

知っておこう

全球凍結

先カンブリア時代は基本的に暖かい時代でしたが，原生代の初期〔約23億年前〕と後期〔約7億年前〕には寒冷な時期がありました。これらの時期には一時的に地球全体が氷に覆われたと考えられており，これを全球凍結とよびます。エディアカラ生物群が現れたのは，原生代後期の全球凍結の後のことです！

まとめ

地球の層構造は，高温で表面がとけた＿＿＿＿＿＿の状態を経験することで形成された。その後，原始大気の H_2O は原始海洋を形成して減少し，CO_2 も原始海洋に溶けることなどで減少した。

25億年前前後の地層からは，酸化鉄を含む＿＿＿＿＿＿や，酸素発生型光合成を行う＿＿＿＿＿＿が形成する＿＿＿＿＿＿が発見される。そのため，この頃には大気中に O_2 が存在したとされる。

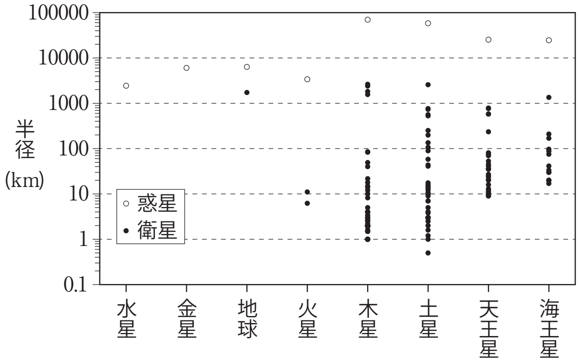
約6億年前の地層からは，かたい殻をもたない多細胞生物の化石生物群である＿＿＿＿＿＿が発見されている。

Chapter2　演習問題

□　冥王代のできごとの調べ方

冥王代は，化石はもちろんのこと，岩石や鉱物の記録もほとんどない時代です。このような時代のできごとをどのようにして調べることができるのか，考えてみましょう。

問題⑴　次の図は，太陽系の惑星と衛星の半径を示したものです。この図に関連して述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選んでください。



NASA の公開データ Planetary Fact Sheets から作成

この図からは，（地球型惑星 ／ 木星型惑星）の衛星の数が非常に多いことが読み取れる。また，地球の衛星である月は惑星の大きさに対して特に（大きい ／ 小さい）衛星であることがわかる。これは，月が巨大衝突によって形成されたとするジャイアント・インパクト説によって説明される。この説によると，原始地球が形成されたころに，その半分程度の大きさの原始惑星が衝突した。このとき大量の物質が地球の周りに飛び散って円盤をつくり，それが再び集まって月を形成したとされている。

復習

衛星（中学理科）

恒星以外の天体の周りを公転している天体を衛星といいます。

地球は月というただ 1 つの衛星，火星は 2 つの小さな衛星をもちますが，水星と金星は衛星をもちません。木星型惑星はいずれも 10 個以上の衛星をもつことが知られています。

講師からのMessage

たとえば，火星の衛星の半径は，火星の半径の 100 分の 1 以下しかありません。これらの衛星は，火星の周囲に近づいた小惑星が，火星の重力に引き寄せられて衛星となったものだと考えられています！

問題⑵　月の表面には多数のクレーター〔くぼ地〕があります。クレーターは，天体に他の小天体が衝突することで形成されます。このことに関連して述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選んでください。

地球は大気や液体の水をもつ惑星である。そのため，大陸地域にクレーターが形成された場合，（侵食作用 / 変成作用）を受けて形が失われてしまう。また，プレートテクトニクスがあるため，海洋地域にクレーターが形成された場合，プレートの沈み込みによってやがて地表から失われる。

一方，月は水星や火星と比べてもさらに小さな天体であり，大気や液体の水をもたない。そのため，月ができてから現在までのクレーターが多数残されている。これらのクレーターの多くは，地球や月ができてから数億年の間の，おもに（冥王代 / 原生代）に形成されたものだと考えられている。

地球と月はすぐ近くにある天体なので，月にクレーターが形成されていたころは，地球にもクレーターが形成されるような小天体の衝突が起こっていたと推測することができる。

知っておこう

太陽系小天体

太陽系形成時の直径 10km 程度の天体を微惑星とよぶことを学んでいます。

現在の太陽系において，微惑星と同程度の大きさの天体は次のように分類されます。

衛星……他の天体の周りを公転するもの。

彗星……氷を多く含み，尾をもつもの。

小惑星……成長しなかった小惑星や，原始惑星の破片など。ほとんどは火星と木星の間にある。

太陽系外縁天体……海王星より太陽から遠い天体。

第 9 講　PART3　確認問題

問 1　約 46 億年前に地球が誕生してから顕生代が始まるまでの約 41 億年間は，生物の化石がほとんど見つかっていない先カンブリア時代とよばれる時代である。微惑星の衝突や原始大気の温室効果により非常に高温となり，a 原始地球を構成する物質の大部分がとけていた。その後，温度が下がり，大気中の水蒸気が雨となって原始海洋を形成し，地表面は冷えて固まって地殻となった。やがて，b 酸素発生型の光合成生物が出現した。この時代の大気中に酸素が供給された証拠と考えられているのが（　ア　）という地層である。先カンブリア時代の終わりごろにあたる約 6 億年前の地層からは，c かたい殻をもたない多細胞生物の化石が発見されている。

(1)　下線部 a について，この状態を何というか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　クレーター　　②　ビッグバン　　③　マグマオーシャン　　④　マントル

(2)　下線部 b の生物として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　シアノバクテリア　　②　ストロマトライト
③　アノマロカリス　　④　フズリナ

(3)　空欄アにあてはまる語として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　チャート　　②　縞状鉄鉱層　　③　石炭　　④　タービダイト

(4)　下線部 c に関して，この多細胞生物の生物群の名称として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　ストロマトライト　　②　バージェス動物群
③　エディアカラ生物群　　④　アノマロカリス

< Note >

第９講　地球と生命の進化

PART1　地層や岩石のできた順序

問題(1)　整合　　問題(2)　岩脈　　問題(3)　後，後，後

問題(4)　ユニット A → 断層 → 玄武岩 → 不整合面 → ユニット B

PART2　地質時代

問題(1)　古生代，古生代

問題(2)　直後

PART3　先カンブリア時代の地球環境

問題(1)　木星型惑星，大きい　　問題(2)　侵食作用，冥王代

PART4　古生代・中生代の生物

問題(1)　シダ植物・裸子植物・被子植物，ひれ，石炭紀

問題(2)　白亜紀

PART5　大量絶滅

問題(1)　不整合

問題(2)　石炭紀～ペルム紀，三畳紀

問題(3)　【※図参照】

PART6　新生代の生物

問題(1)　2800 万 km^3　　問題(2)　2600 万 km^3

問題(3)　3 億 6000 万 km^2　　問題(4)　72 m

PART7　地球環境の進化と変動

問題(1)　６，６，６，６

問題(2)　と同じ，変化しない，と同じ，変化しない

問題(3)　にくかった，続成作用，石炭

第 9 講　PART3　確認問題　解答

問 1

(1)　③

解説：
原始地球を構成する物質の大部分がとけていたときの地球表面の状態をマグマオーシャンという。

(2)　①

解説：
最初に出現した酸素発生型の光合成生物はシアノバクテリアである。ストロマトライトはシアノバクテリアが作った構造物の名称である。

(3)　②

解説：
光合成で発生した酸素と海水中の鉄が結合して酸化鉄となり沈殿した結果，縞状鉄鉱層が形成された。

(4)　③

解説：
先カンブリア時代の最後に誕生した多細胞生物の生物群をエディアカラ生物群という。